落花生結莢期光合成產物之供源—儲蓄關係及抑制地上部生長之影響

張庚鵬　連　深*

摘　要

施用1.5公斤／公頃之SADH可使花生之主莖縮短、葉色變濃綠，主莖之縮短達15～50%。此種效果依施用時期及氣候而異。莢果產量方面，春作花生不論於始花後期、子實形成期、子實充實期或子實初熟期施用SADH均有顯著增產效果，而以子實形成期至充實期施用之效果最佳，約增產19～29%。反之，秋作施用SADH卻有5～26%之減產。氮肥（基肥50公斤／公頃）之效應，秋作約增產12%，春作則無顯著差異。氮肥與SADH之連應並不顯著。

利用$^{14}CO_2$追蹤盆栽花生各生育期施用 SADH 一週後植株之光合成能力及同化產物之運移分配動向，結果顯示，施用 SADH 對單位植株之光合成能力並無顯著影響，而對植株光合成產物之子實／地上部分配比值則有顯著的正效果，約為對照植株（未處理SADH）之1.6～2.1倍，顯示施用 SADH 後地下部莢果較地上部莖葉有較多之光合成產物分配。

中（英）文關鍵字（Key word）

落花生（Peanut）、結莢期（Podding Stage）、生長抑制劑（Growth Regulator）儲蓄—供源（Sink-Source）

前　言

本省春作落花生於生育中、後期因遭梅雨季節，在高溫多濕氣氣候下植株常呈現徒長而易於倒伏，不僅易因不通風而發生病蟲害，且增加採收之不便。地上部植株過高亦易導致子房柄不易入土，對莢果產量有不利影響；且由於落花生於開花、結莢期後地上部植株仍有強烈生長趨勢[6]，此時地上部新生枝條乃與地下部莢果兩種儲蓄（sink）有共同競爭供源（sour）—光合成產物之現象，故地上部枝條過度徒長，對地下部莢果產量自屬不利。

SADH (Succinic acid 2,2-dimethyl hydrazide) 為幾天前歐美在落花生栽培上應用最廣泛之生長抑制劑，能使植株變矮，葉色濃綠，主莖、支莖及子房柄變短，防止植株因過度徒長而倒伏，增加抗病蟲害能力，且有助機械栽培收穫作業之進行，然而在莢果產量方面，一些報告對施用SADH處理後之增產與否，結果卻頗不一致。Gorbert氏[2,5] 等發現施用SADH對莢果有極顯著之增產效應，施用SADH1Ib/acre或2qt/acre皆能增產達700Ib/acre左右，但Daughty氏[1,4] 等則指出不論於播種後6,8,10或12週施用 SADH 皆無增產之效果。

造成此等結果不一致之原因可能有三：(1)施用時期不同：依Boote氏[6] 的試驗描述，落花生之生殖生育時期可區分為始花（Beginning bloom）、子房柄形成（Beginning peg）、始莢（Beginning pod）、充莢（Full pod）、子實形成（Beginning seed）、充實（Full

*分別爲臺灣省農業試驗所助理研究員及研究員。

seed）、初熟（Beginning maturity）、成熟（Harvest maturity）、過熟（Over maturity）等時期，各時期施 SADH 之意義不同，亦可能導致結果之差異。(2)施用量不同：SADH 之施用量多寡直接影響植株生長抑制程度，對莢果產量亦有影響。(3)氣候狀況與環境因子之不同：溫度、雨量、土壤肥力是決定植株徒長程度之主要因子；若植株已顯著發生嚴重徒長現象，施用 SADH 可預期將達到莢果增產之目的；反之，若在植株生育不良之狀態下施用SADH，因植株過度矮化，總葉面積過小致光合成產物積蓄過少，則可能導致莢果之減產。

有鑑於此，本試驗針對下述三方向進行：(1)改變前人以固定日數（如60天、8週等）為 SADH 施用期之方式，易以 Boote 氏所描述之生殖生育期（如始花期，子實形成期等）為施用期之指標，以觀其對植株之生育及莢果產量之影響。(2)探討 SADH 處理對不同品種、不同期作（春、秋作）及不同肥力（氮肥區、無氮區）條件下花生植株之生育及莢果產量之情形。(3)以盆栽試驗配合田間試驗，利用同位素$^{14}CO_2$之同化處理，追蹤探討各時期施用 SADH 後植株之光合成能力及光合成產物運移分配情形，以明其對子實產量之影響。

附注：由於亞拉生長素含致腫瘤性物質，於民國79年7月1日正式禁止銷售使用；且其施用於花生植株，枝條及莢果均含相當劑量之殘毒[13]，故本試驗雖證實於春作落花生施用 SADH確有顯著抑制地上部生長及增產莢果之效果，但亞拉生長素本身並不值得推廣。雖然如此，本試驗之研究成果仍可應用於類似的生長抑制劑（如C.C.C.等），唯其使用方法等需再進一步之試驗探討。

試驗材料與方法

一、材料：

供試藥劑：亞樂 (Alar, 85%succinic acid 2,2—dimethyl hydrazide)

供試品種：小粒種花生臺農4號及臺農5號，大粒種花生臺南11號及千葉半立 (Chiba Bunc) 等。

二、方法：

（一）74年度春作試驗：為初步瞭解 SADH 對不同生育期施用 SADH 及不同施用量、不同施用方法對花生植株之生育及產量影響，74年春於本所27號田進行春作田間試驗。採裂區設計，主處理為小粒種臺農4號及大粒種千葉半立二品種，副處理為藥劑濃度、施用期及施用方法。二品種均為五重覆，小區面積各為12M²及16M²，行株距各為30×10及45×10公分。各處理區分如下：

a.小粒種分四副處理：

A：SADH 1.5kg/ha 分始花後期(栽植後41)天與子實形成期（栽植後62天）二次噴施完畢，每次噴施半量。

B：SADH 3kg/ha 分始花後期與子實形成期二次噴施完畢，每次噴施半量。

C：SADH 1.5kg/ha 於子實形成期一次噴施完畢。

CK：對照。

b.大粒種分三個副處理：

A′：SADH 1.5kg/ha 於子實形成期（栽植後60天）一次噴施完畢。

B′：SADH 3kg/ha 於子實形成期一次噴施完畢。

CK′：對照。

(二) 75年度秋作及76年度春作試驗：以臺農5號推廣種為供試品種，於75年秋及76年春於雲林縣元長鄉花生田進行生長抑制試驗。採裂區設計，主處理為氮肥（基肥：氮素50kg/ha, 磷酐60kg/ha, 氧化鉀80kg/ha；無氮區則只施磷酐及氧化鉀）副處理為不同施用期。秋作挑選始花後期、充莢期、充實期、春作挑選子實形成期、充實期、初熟期為 SADH 施用期；各處理均為四重覆，行株距50×10公分，小區面積12M^2。SADH 之施用量與施用方法為1.5kg/ha一次施畢。

(三) 盆栽花生$^{14}CO_2$同化追蹤處理試驗：三處理，十二重覆，配合76年春作田間試驗，於子實形成期與充實期施用 SADH 處理後一週，將植株置於密閉之同化箱內，以 $^{14}CO_2$ 同化處理（同化箱內放置 10uci 之 $Na_2{}^{14}CO_3$ 試藥，以10%之過氯酸滴入，即產生$^{14}CO_2$氣體），於處理後三天及收穫期各收穫六重覆植株，將植株各器官分別烘乾、稱重、磨粉、再精稱10毫克樣本置於測瓶（vial）中，加入組織溶解劑（tissue solubilizer, soluene 100），待分解完成後，以30%之H_2O_2脫色，再加入閃爍液（cocktail, dimilume—30）混合靜置一夜後，放入液體閃爍計數器（liquid scintilation counter）測數，所得之計數值（CPM）經外標準頻道（exteral std. channel）之焠熄（quenching）校正法校正，即得樣本之^{14}C 活性值（DPM）。

結果與討論

一、不同施用期、用量及施用方法所施 SADH 對花生植株生育與產量之影響

施用 SADH 對小粒種臺農4號及大粒種千葉半之莢果產量、植株及子實性狀之影響如表一。SADH 處理對莢果產量之影響，小粒種方面，於子實形期一次噴畢 SADH 1.5kg/ha者(處理C)莢果產量最佳，約增產20%；始花後期及子實形成期二次噴畢SADH 1.5kg/ha 者(處理A)其次，約增產17%；始花後期及子實形成期二次噴畢 SADH 3 kg/

表一、SADH 對春作落花生莢果產量、植株及子實性狀之影響(1985，臺農4號及千葉半立)

Table 1. Effect of SADH on pod yield and plant and seed characters of spring peanut. (1985, Tainung No. 4 and Chiba Bunch)

*調查項目 副處理 主處理		莢果產量 (公斤／公頃)	主莖長度 (公分)	成熟莢數 (個／株)	未熟莢數 (個／株)	植株乾重 (克／株)	剝實率 (%)	千粒重 (克)	葉色
臺農4號	#A	2.93a	54.7b	38.8a	7.2	108.6bc	76.3	388.4b	濃綠
	B	2.73b	48.5b	34.2ab	6.9	93.4c	75.9	380.9b	濃綠
	C	3.01a	55.3b	40.3a	7.1	116.1ab	76.1	402.4ab	濃綠
	CK	2.50c	80.7a	28.6b	7.3	125.7a	75.9	418.6a	淡綠
千葉半立	A′	2.47a	58.5b	25.6a	8.2	113.2b	73.4	571.2ab	濃綠
	B′	2.43a	46.3b	23.7a	7.8	108.5b	72.8	562.4b	濃綠
	CK′	2.09b	70.3a	18.8b	8.5	125.4b	73.1	589.7a	淡綠

*莢果產量爲五重覆小區之平均，千粒重爲五重覆平均，其餘數據爲逢機取十二株之平均值。

#副處理代號之內容參考材料與方法。

ha者（處理B）再其次，約增產9％。大粒種方面，於子實形成期一次噴畢 SADH 1.5kg/ha（處理A′）與一次噴畢 SADH 3kg/ha（處理B′）者差異不顯著，但均可增產莢果約18％。由各處理之莢果產量顯示，SADH 之施用時期約在子實形成期附近較佳，而施用量及施用方法則以1.5kg/ha一次噴畢者為佳。

不論施用時期與施用方法施用 SADH 均可使大、小粒種花生之主莖縮短、葉色濃綠、乾重變輕，且隨施用量之增加而效果益形顯著。在單株成熟莢果個數方面，SADH 處理皆有增加成熟莢果數之效果，尤以子實形成期一次施畢者（處理C）最佳，約可增加26～40％之成熟莢果數。比較莢果之千粒重，SADH 處理者較不處理者（對照）小，且隨 SADH 之施用量愈高而千粒重愈輕，大小粒種皆然。在未熟莢數及剝實率方面則無顯著差異。

二、氮肥與不同時期 SADH 處理對春、秋作落花生生育及產量之影響

秋作栽培落花生因受氣候影響，植株生育本已緩慢，施用 SADH 使植株明顯過度矮化，導致總葉面積過小，光合成產物蓄積過少而致莢果減產。如表二中始花後期施用SADH者，植株矮化高達50％，莢果減產26％。在氮肥之效應，初期施用氮肥50kg/ha（基肥）者可使莢果產量增加約12％。

表二、SADH 對秋作落花生莢果產量、植株及子實性狀之影響（1986，臺農5號）。

Table 2. Effect of SADH on pod yield and plant and seed characters of autumn peanut. (1986, Tainung No.5)

*調查項目 副處理 / 主處理		莢果產量 (公斤／公頃)	主莖長度 (公分)	植株乾重 (克／株)	剝實率 (%)	千粒重 (克)	葉色
無氮區	始花後期＋SADH（48天）	2.22c	11.6c	7.0c	74.0	384.5c	濃綠
	充莢期＋SADH（65天）	3.03a	18.6b	8.9b	76.8	418.7b	綠
	充實期＋SADH（85天）	2.86a	22.0a	9.4ab	74.6	456.2a	綠
	對照（112天）	3.01a	22.8a	9.8a	73.2	461.a	淡綠
氮肥區	始花後期＋SADH（48天）	2.65c	11.4c	6.8c	74.4	382.5c	濃綠
	充莢期＋SADH（65天）	3.52a	18.8b	8.3b	77.1	419.8b	綠
	充實期＋SADH（85天）	3.26a	21.0ab	8.9ab	75.6	424.8ab	綠
	對照（112天）	3.43a	22.3a	9.4a	77.6	431.3a	淡綠

*莢果產量爲四重覆小區之平均，千粒重爲五重覆平均，其餘數據爲逢機取20株之平均值。

76年春作試驗結果與74年春作相似，生長抑制效果顯著，且各時期施用 SADH 處理皆有莢果增產效果（表三）。無氮區以子實形成期施用 SADH 1.5kg/ha處理最佳，約增產29％；氮肥區以充實期施用者最佳，約增產19％；而在無氮區與氮肥區之莢果產量並無統計上之顯著差異，此可能因為試驗田土壤為坋壤土（砂粒：31.48％，坋粒：52.15

%，黏粒：16.51%，N%：0.11)，且土壤氮素含量較75年秋作試驗田(砂壤土：砂粒：54.34%，坋粒：34.15%，黏粒：11.51%，N%：0.067%) 為高，土壤肥力較佳之故。另外，氮肥與 SADH 之連應效果方面，75年秋作及76年春作均無統計上顯著差異。

表三、SADH 對春作落花生莢果產量、植株及子實性狀之影響 (1987，臺農 5 號)。

Table 3. Effect of SADH on pod yield and plant and seed characters of spring peanut. (1987, Tainung No.5)

*調查項目 副處理 主處理		莢果產量 (公斤/公頃)	主莖長度 (公分)	植株乾重 (克／株)	剝實率 (%)	千粒重 (克)	葉色
無氮區	子實形成期＋SADH (75天)	2.79a	37.3c	16.9c	76.5	439.6b	綠
	充實期＋SADH (85天)	2.72a	40.2bc	17.4b	75.4	441.6b	綠
	初熟期＋SADH (99天)	2.58ab	43.8b	17.9ab	76.7	453. 7ab	綠
	對照 (115天)	2.16c	51.1a	18.2a	77.6	458.2a	淡 綠
氮肥區	子實形成期＋SADH (75天)	2.51b	36.8c	16.3bc	75.9	431.1	綠
	充實期＋SADH (天)	2.87a	39.3c	17.0b	73.6	432.8	綠
	初熟期＋SADH (99天)	2.63ab	44.6b	17.2ab	76.3	439.8	綠
	對照 (115天)	2.42bc	49.8a	18.0a	74.9	441.3	淡 綠

*莢果產量爲四重覆小區之平均，千粒重爲五重覆平均，其餘數據爲逢機取20株之平均值。

比較春、秋作落花生之生長抑制，其對莢果產量具有不同意義：秋作試驗，生長抑制愈顯著(植株愈矮，主莖長度愈小)者莢果產量愈低(圖一)；反之，春作試驗，生長抑制效果愈顯著者莢果產量愈高(圖二)；可知氣候因子對SADH處理之莢果產量有重大之影響。

三、SADH 處理對植株光合成產物運移分配之影響

利用同位素$^{14}CO_2$追蹤盆栽花生各生育期施用 SADH 一週後植株之光合成能力及同化產物運移分配情形如表四。結果顯示，於子實形成期及充實期施用 SADH 處理與未施 (對照) 之植株^{14}C 總同化量無顯著差異，顯示植株之光合成能力未因施用 SADH 而有所改變。而在植株光合成產物之子實／地上部分配比值方面， SADH 處理者顯著增加，約為對照植株之1.6～2.1倍，顯示施用 SADH 後地下部莢果較地上部莖葉有較多之光合成產物分配。

由三年之試驗結果可知，生長抑制劑 SADH 對落花生之生育確有顯著之抑制作用。其對莢果產量方面，增產機制可能為光合成產物往莢果部位分配比值增加，及生長抑制使植株矮小，子房柄變短而易於入土之故。試驗結果顯示， SADH 之較佳施用量為1.5kg/ha，較佳施用時期為春作之子實形成期至充實期間 (約種植後70至85天左右，視氣候情形而定。) 最多可增產莢果29%。

推測 SADH 處理，莢果不增產之原因可能為施用量、施用時期不恰當，尤其重要者為氣候因子之影響，如75年秋作試驗，莢果甚至減產26%。

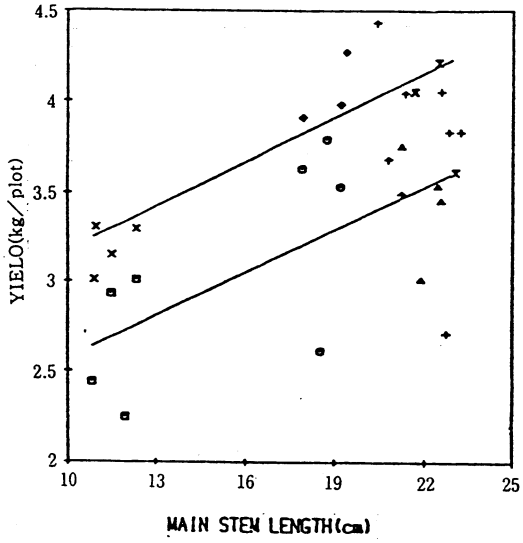
播種前施用適量氮肥似有助於莢果之增產。尤其落花生大多栽植於含砂質較多之砂壤土，肥力本較貧脊，雖有共生根瘤菌可固定大氣中之氮素供寄主作物使用，但在營養生長初期，氮肥仍扮演重要角色。

圖1.氮肥與 SADH 處理對花生植株之主莖長度與產量之關係。（1986，秋作。）

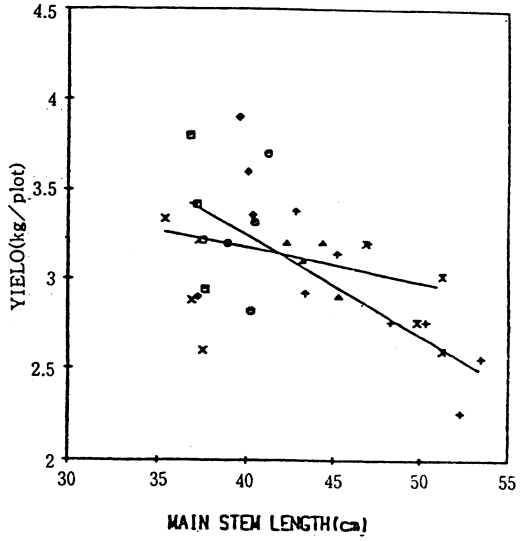
Fig1.Relationship of main stem length vs. yield in the peanut plant with and without N and SADH treatment. (Autumn, 1986.)

圖2.氮肥與 SADH 處理對花生植株之主莖長度與產量之關係。（1987，春作。）

Fig2.Relationship of main stem length vs. yield in the peanut plant with and without N and SADH treatment. (Spring, 1987.)



×:CK—N
+:SADH at FULL SEED STAGE(SPRING 1987)—N
◆:SADH at PODDING STAGE(SPRING 1987)—N
×:SADH at FLOWERING STAGE(SPRING 1987)—N
+:CK—N
▲:SADH at FULL SEED STAGE(SPRING 1987)—No
●:SADH at PODDING STAGE(SPRING 1987)—No
■:SADH at FLOWERING STAGE(SPRING 1987)—No



×:CK—N
+:SADH at FULL SEED STAGE(AUTUMN 1986)—N
◆:SADH at PODDING STAGE(AUTUMN 1986)—N
×:SADH at FLOWERING STAGE(AUTUMN 1986)—N
+:CK—No
▲:SADH at FULL SEED STAGE(AUTUMN 1986)—No
●:SADH at PODDING STAGE(AUTUMN 1986)—No
■:SADH at FLOWERING STAGE(AUTUMN 1986)—No

表四、子實形成期及充實期同化之 ^{14}C 於花生植株各器官之分佈及 SADH 之影響

Table 4. Effect of SADH on the distribution of ^{14}C assimilated by peanut plant at the beginning seed stage and full seed stage.

計測單位 / 植株部位 / 處理別 / 採樣時間		^{14}C 活性 DPM/10mg					^{14}C 同化量 DPM (x10^5) /單位植株					
		地上部(莖、葉)	根	莢殼	子實	子實：地上部	地上部(莖、葉)	根	莢殼	子實	總同化量	子實：地上部
		子實形成期										
^{14}C 同化後 3 天	SADH	617	635	1 670	3 640	5.91 **	3.6	0.6	7.2	2.9	14.2_{ns}	0.82 **
	C.K.	659	776	1 344	3 018	4.58	4.7	0.8	6.3	2.3	14.4_{ns}	0.49
^{14}C 同化後 32 天	SADH	394	352	848	1 370	3.48 **	3.2	0.4	4.0	5.2	12.7_{ns}	1.65 **
	C.K.	508	348	612	1 189	2.34	4.8	0.3	2.9	4.9	12.9_{ns}	1.02

		充實期										
^{14}C 同化後 3天	SADH	602	789	1377	2718	4.52**	4.8	0.7	5.1	3.9	14.4_{ns}	0.82**
	C.K.	1003	452	1013	2060	2.05	6.8	0.3	4.9	2.9	14.9_{ns}	0.43
^{14}C 同化後 20天	SADH	517	352	679	2140	4.14**	4.8	0.4	3.1	8.3	16.7_{ns}	1.72**
	C.K.	707	392	399	1553	2.20	7.4	0.4	1.9	6.0	15.6_{ns}	0.81

1. 子實形成期係於播種後69天，充實期於播種後81天。
2. 表中數據均爲六重覆植株之平均。
3. **表 SADH 處理與對照之差異達1%顯著標準，$_{ns}$ 表處理與對照差異未達5%顯著標準。

參考文獻

1. 黃明得，1975， SADH 及CCC對落花生生育及產量之影響，雜糧作物研究簡報17:106～108.
2. 楊允聰、蔡承良，1981年春作落花生生長抑制試驗，雜糧作物研究簡報23:89～90.
3. 李國鏞，1983，輻射同位素在生物學的應用，PP:185～197.
4. Daughtry. C.S.R.H. Brown and W.J.Ethredge,1975.Effect of time of application of succinic 2,2-dimethylhydrazide on yield and associated characteristics of peanut. Peanut Sci.2: 83～86.
5. Gorbert. D.W. and F.M.Rhoad,1975. Response of two peanut cultivars to irrigation and kylar, Agron. J.67: 343～376.
6. K.J. Boote, 1982. Growth stages of peanut (Arachis hypogaea L.) Peanut Sci. 9: 35～40.
7. Hawmerton, J.L. 1976. Effect of B～9 (N-dimethyl-amino-succinic acid) on growth and yield of peanuts (Arachis hypogaea L.) J.Agri. 86: 211～218.
8. Perry, A.1974. Making the most of kylar.Prog. Farm. 1974: 24.
9. R.H.Brownand W.J. Ethredge, 1974. Effects of succinic acid 2,2-dimethyl hydrazide on yield and other characteristics of peanut cultivars. Peanut Sci. 1: 20～23.
10. R.H.Brown, W.J. Ethredge, and J.W.King,1973.Influeuce of succinic acid 2,2-dimet hylhydrazide on yield and morphological characteristics of starr peanuts plants (Arachis hypogaea L.) Crop Sci. 13: 507～510.
11. R.J.Henning, U.H. Brown and D.A Ashley.1979.Effects of leaf position and plant age on photosynthesis and translocation on peanut I.Appar-ent photosynthesis anc al14C translocation. Peanut Sci.6: 46～50.
12. Shoichiro AKAO, Kazuo Ishii, and Takamitsu Konno, 1982. Growth and seed productio n of soybean plants treated with growth retardants including N-dimethyl -amino-succinic acid (B995). Soil Sci. Plant Nutr. 28: 275～279.
13. Craig S. Kvien, Richard A. Depalma, Art R. Raczynski, and Lesle M. Hellmann, 1989. Effect of Soil and Foliar Daminozide Applications on Residue Levels in Peanut. J. Agric. Food Chem. 37 : 200～203.